



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Off nl gungsschrift**
⑩ **DE 198 53 911 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
H 01 M 8/02

⑦① Aktenzeichen: 198 53 911.8
⑦② Anmeldetag: 23. 11. 1998
④③ Offenlegungstag: 25. 5. 2000

DE 198 53 911 A 1

⑦① Anmelder:
Forschungszentrum Jülich GmbH, 52428 Jülich, DE

⑦② Erfinder:
Thom, Frank, 52353 Düren, DE; Riensche, Ernst, Dr.,
52428 Jülich, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:

DE	195 17 042 C1
DE	41 20 359 C2
DE	197 13 250 A1
US	47 08 916 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Brennstoffzelle mit Zuführung eines Betriebsmittels über eine gelochte Platte

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Brennstoffzelle, bestehend aus einem Elektrolyten und beidseitig hieran angrenzenden Elektroden. Wenigstens eine Elektrode ist von einem angrenzenden Kanal oder Raum durch eine gelochte Platte getrennt. Über den angrenzenden Raum oder Kanal wird ein Betriebsmittel zu- und abgeführt. Insbesondere durch Variation der Größe der Löcher in der Platte wird eine dosierte Zu- und Abführung von Betriebsmitteln ermöglicht. Die Leistungsfähigkeit einer Brennstoffzelle wird so gefördert.

DE 198 53 911 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Brennstoffzelle.

Aus der Druckschrift DE 44 30 958 C1 sowie aus der Druckschrift DE 195 31 852 C1 sind Brennstoffzellen bekannt, die eine Kathode, einen Elektrolyten sowie eine Anode aufweisen. In einen an die Kathode angrenzenden Kanal oder Raum wird ein Oxidationsmittel (z. B. Luft) und in einen an die Anode angrenzenden Kanal oder Raum wird Brennstoff (z. B. Wasserstoff) zugeführt.

Der deutschen Patentanmeldung 197 15 256.2-45 ist zu entnehmen, in den vorgenannten Kanälen oder Räumen Verteilerstrukturen vorzusehen. Die Verteilerstrukturen sind kammartig ausgestaltet. Sie sollen eine Gleichverteilung der Betriebsmittel im jeweiligen Raum bewirken.

Die Betriebsmittel gelangen zu den Elektroden und verbrauchen sich währenddessen. Anschließend treten die dann verbrauchten, mit anderen Worten abgereicherten Betriebsmittel wieder aus und werden aus der Brennstoffzelle herausgeleitet.

An der Kathode der aus der Druckschrift DE 44 30 958 C1 bekannten Hochtemperaturbrennstoffzelle bilden sich in Anwesenheit des Oxidationsmittels Sauerstoffionen. Die Sauerstoffionen passieren den Festelektrolyten und rekombinieren auf der Anodenseite mit dem vom Brennstoff stammenden Wasserstoff zu Wasser. Mit der Rekombination werden Elektronen freigesetzt und so elektrische Energie erzeugt.

An der Anode der aus DE 195 31 852 C1 bekannten PEM-Brennstoffzelle bilden sich in Anwesenheit des Brennstoffs mittels eines Katalysators Protonen. Die Protonen passieren die Elektrolytmembran und verbinden sich auf der Kathodenseite mit dem vom Oxidationsmittel stammenden Sauerstoff zu Wasser. An der Anode werden Elektronen freigesetzt und an der Kathode verbraucht und so elektrische Energie erzeugt.

Zur Erzielung guter Wirkungsgrade müssen die Betriebsmittel räumlich gleichmäßig in einer Brennstoffzelle verteilt werden.

Durchströmen die Betriebsmittel die Brennstoffzelle, so sind Druckverluste zu vermeiden bzw. gering zu halten. Druckverluste haben Leistungsverluste zur Folge.

In einem Elektrodenraum einer Brennstoffzelle (Raum, in dem sich die Elektrode befindet) liegt in der Regel ein Gemisch aus Gasen und/oder Flüssigkeiten vor. Es kann sich um mit Inertgasen verdünnte Brenngase handeln. Durch Reformierung oder Oxidation eines Brennstoffs wie einem Methanol-Wasser-Gemisch können im betreffenden Elektrodenraum weitere Inertgase wie CO_2 auftreten. Der Kathode wird regelmäßig Luft und damit auch das Inertgas Stickstoff zugeführt.

Die an den jeweiligen Elektroden befindlichen Gase oder Flüssigkeiten sollten homogen durchmischt vorliegen, um zu guten Leistungen zu gelangen.

Sollen unbefeuchtete Gase, das heißt, nicht separat in Befeuchtungseinrichtungen befeuchtete Gase in eine PEM-Brennstoffzelle eingeleitet werden, so sind die Elektrodenflächen besonders gleichmäßig mit Betriebsmitteln zu versorgen. Andernfalls droht verstärkt ein lokales Austrocknen einer Elektrode und ggf. einer Elektrolytmembran. Lokales Austrocknen hat Leistungsverluste zur Folge und kann Schäden verursachen.

Strömen Betriebsmittel parallel zu den Elektroden über längere Bereiche hinweg, so verbrauchen sie sich zunehmend. Entsprechend unterscheiden sich die ablaufenden Reaktionen ortsabhängig in quantitativer Hinsicht.

Gute elektrische Kontakte zu den Elektroden müssen in einer Brennstoffzelle sichergestellt sein. Thermische Gra-

dienten sind zu vermeiden, da sich diese schädigend auswirken können.

Gemäß der deutschen Patentanmeldung mit dem amtlichen Aktenzeichen 198 08 331.9-45 werden zur Lösung der vorgenannten Probleme eine Mehrzahl an Zuführungskanälen und hieran angrenzende Abführungskanäle vorgesehen. Zuführungs- und Abführungskanäle weisen Löcher auf, die an die Elektrode der Brennstoffzelle angrenzen. Die Betriebsmittel durchströmen die Löcher und gelangen so senkrecht zur Elektrode sowie zur Grenzfläche zwischen Elektrolyt und Elektrode. In gleicher Weise strömen sie senkrecht wieder ab.

Es werden ferner unterschiedlich große Löcher vorgesehen, um so eine Gleichverteilung der Gase entlang der Elektrodenfläche zu erzielen.

Nachteilhaft ist der beschriebene Aufbau aufgrund der Vielzahl der Kanäle relativ aufwendig. Erwünschte Durchmischungen sind relativ gering.

Insbesondere bei Auftreten lokaler, reaktionsbedingter Temperaturgradienten ist die geringe Durchmischung von Nachteil. Ein Temperaturunterschied bewirkt einen geringeren Wirkungsgrad, da die Betriebstemperatur lokal von einem Temperaturoptimum abweicht.

Nachteilhaft hat der Aufbau mit den getrennten Zu- und Abführungskanälen grundsätzlich eine Halbierung der Flächen zur Folge, durch die die Betriebsmittel in die Brennstoffzelle oder einen Stapel von Brennstoffzellen eintreten. Dieser Nachteil kann zwar durch einen höheren Durchsatz ausgeglichen werden. Ein höherer Durchsatz hat jedoch einen höheren Druckverlust und damit einen schlechteren Wirkungsgrad zur Folge.

Vergleichbares gilt für die Flächen, durch die die abgereicherten Betriebsmittel aus der Brennstoffzelle oder Brennstoffzellenstapel austreten.

Zwar können bei einer Brennstoffzelle die Stege zwischen getrennten Zu- und Abführungskanälen sehr klein gehalten werden, um so zu großen Eintritts- und Austrittsflächen zu gelangen. Hierdurch würde sich jedoch der elektrische Kontakt zwischen den Brennstoffzellen eines Brennstoffzellenstapels und damit der Wirkungsgrad verschlechtern.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Brennstoffzelle mit einer verbesserten Führung der Betriebsmittel.

Anspruchsgemäß wird die Aufgabe durch eine Brennstoffzelle gelöst, bei der eine Elektrode von einem an die Elektrodenoberfläche angrenzenden Kanal oder Raum durch eine gelochte Platte getrennt ist. Eine gelochte Platte ist ein flächiges, mit Löchern versehenes Element. Sie ist parallel zu den Schichten der Brennstoffzelle (Elektroden- und Elektrolytschichten) angeordnet. Über den angrenzenden Raum oder Kanal wird das entsprechende Betriebsmittel zu- und abgeführt. Die Löcher bzw. Öffnungen in der Platte sind makroskopisch groß, also mit bloßem Auge sichtbar.

Im Unterschied zum eingangs genannten Stand der Technik mit den getrennten Kanälen ist hier die Gaszuführung zugleich die Gasableitung. In Strömungsrichtung des Gases nimmt die Dichte und/oder der Durchmesser der Löcher insbesondere zu.

Gase gelangen durch die Löcher zur angrenzenden Elektrode. Die Gase strömen regelmäßig nicht unmittelbar durch ein benachbartes Loch wieder ab. Es treten im Vergleich zu einer Brennstoffzelle mit getrennten Zu- und Abführungskanälen gute Durchmischungen (Verwirbelungen) auf. Temperaturgradienten werden so vermieden.

Insbesondere bei Brennstoffzellen, bei denen eine interne Reformierung oder Oxidationsreaktion abläuft, treten Temperaturgradienten auf. Die sehr schnell ablaufende Reformierung oder Oxidation bewirkt, daß die Temperatur in der Nähe der Elektrode sehr hoch wird. Dies führt zu einer Verschiebung der Gleichgewichtslage der Reaktion. Die sehr schnell ablaufende Reformierung oder Oxidation bewirkt, daß die Temperatur in der Nähe der Elektrode sehr hoch wird. Dies führt zu einer Verschiebung der Gleichgewichtslage der Reaktion.

mierungsreaktion beschränkt sich in einer Brennstoffzelle regelmäßig lokal auf wenige Millimeter. Die Reaktion ist stark endotherm. Daher sind insbesondere im Fall der internen Reformierung große Durchmischungen zur Steigerung des Wirkungsgrades von Vorteil.

Bei der anspruchsgemäßen Brennstoffzelle werden eine Vielzahl von getrennten Kanälen vermieden. Der konstruktive Aufwand ist somit gering. Es muß lediglich z. B. ein perforiertes Blech zwischen einem verbindenden Element der Brennstoffzelle und der angrenzenden Elektrode vorgesehen werden.

Durchtrittsfläche wird im folgenden die Fläche genannt, durch die ein Betriebsmittel durch die gelochte Platte hindurchströmt. Sie stellt also eine Summe von Flächen der Löcher in der anspruchsgemäßen Platte dar.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung nimmt die Durchtrittsfläche in Strömungsrichtung um wenigstens 10%, vorzugsweise um wenigstens 100% zu. Die Durchtrittsfläche der anspruchsgemäßen Platte im Eintrittsbereich der Betriebsmittel in die Brennstoffzelle ist also um wenigstens 10% kleiner im Vergleich zu den Verhältnissen beim Austrittsbereich. Betrachtet werden dabei Durchtrittsflächen, die sich auf gleich große Teile der Platte im Eingangsbereich und Austrittsbereich beziehen.

Durch Vorsehen einer zunehmenden Durchtrittsfläche wird erreicht, daß nicht bereits im Eingangsbereich ein Betriebsmittel vollständig in den entsprechenden Elektrodenraum eintritt und somit lediglich im Eingangsbereich die in einer Brennstoffzelle ablaufenden chemischen Reaktionen bevorzugt stattfinden. Es kann so eine Gleichverteilung der in der Elektrode ablaufenden Reformierungsreaktion herbeigeführt werden. Die elektrochemischen Reaktionen an der Grenzfläche Elektrode-Elektrolyt können in gleicher Weise so gesteuert werden, daß diese örtlich gleichmäßig verteilt stattfinden.

Eine Zunahme von wenigstens 100% gewährleistet im Vergleich zur Zunahme um 10% regelmäßig in verbesserter Weise die gewünschte örtliche Gleichverteilung.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird eine Hochtemperaturbrennstoffzelle vorgesehen, bei der die gelochte Platte aus einem hochlegierten warmfesten Stahl (z. B. X8 CrNiMoNb 16 16) oder einer elektrisch leitfähigen Keramik (z. B. La(Sr,Ca)CrO₃) besteht. Diese Materialien eignen sich für den Einsatz in einer Hochtemperaturbrennstoffzelle, da sie warmfest und korrosionsbeständig sind.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Durchtrittsfläche einer gelochten Platte wenigstens zweimal so groß wie die Austrittsfläche. Betriebsmittel treten dann im nennenswerten Umfang durch die Durchtrittsfläche hindurch, statt lediglich durch die Austrittsfläche zu entweichen. Unter Austrittsfläche ist die Fläche der Austrittsöffnung aus der Brennstoffzelle heraus zu verstehen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird das aus der Brennstoffzelle austretende Brenngas einer nächsten Brennstoffzelle zugeführt oder derselben Brennstoffzelle wieder zugeleitet.

Es findet dann eine Restnutzung von unverbrauchtem Brennstoff statt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung bildet ein gelochtes Blech die anspruchsgemäße Platte. Das Blech ist an das verbindende Element geschweißt.

Dieser Aufbau ist einfach und preiswert herzustellen.

Ferner kann das verbindende Element zusammen mit der gelochten Platte aus einem Werkstück hergestellt werden.

Hierfür werden in einen Metallblock Löcher gebohrt, die parallel zum Metallblock verlaufen. Diese dienen der Zuführung eines Betriebsmittels in das Innere eines Brenn-

stoffzellenstapels. Senkrecht hierzu werden Löcher so gebohrt, daß ein Betriebsmittel von den parallel verlaufenden Löchern zu einer noch anzubringenden Elektrode gelangen können. Auf der gegenüberliegenden Seite zur vorgenannten Elektrode werden Rillen in das Werkstück gefräst. Über die Rillen wird ein Betriebsmittel zur Gegenelektrode geleitet.

Es liegt nun ein einstückig gefertigtes verbindendes Element (bipolare Platte) vor, welches eine Platte im Sinne des Anspruchs aufweist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die Zuführungs- bzw. Abführungskanäle für Luft und Brennstoff parallel und flächig nebeneinander angeordnet. Diese Anordnung der Kanäle befindet sich z. B. innerhalb eines einstückigen Bauelementes. Das einstückige Bauelement besteht vorzugsweise aus einer hochwarmfesten Legierung. Bohrungen in dem Bauelement bilden die Kanäle. Vom Luftkanal (Kanal, in den das Oxidationsmittel, wie zum Beispiel Luft, während des Betriebes der Brennstoffzelle eingeleitet wird) in Richtung der Kathode und vom Brennstoffkanal (Kanal, in den der Brennstoff während des Betriebes der Brennstoffzelle eingeleitet wird) in Richtung der Anode insbesondere senkrecht verlaufende Bohrungen sind vorgesehen.

Die bipolare Platte mit den Kanälen ist dann sehr kompakt. Das Volumen und das Gewicht eines Stapels von Brennstoffzellen kann so gering gehalten werden.

Fig. 1 zeigt eine gelochte Platte in Aufsicht (oben) und in einer Seitenansicht (unten). Ein zur Brennstoffzelle strömendes Betriebsmittel gelangt zuerst zu dem Bereich mit den kleinen Löchern und zuletzt zu dem Bereich mit den großen Rechtecken. Durch Vorsehen der unterschiedlich großen Durchtrittsflächen wird der Zutritt zur Elektrode geeignet gesteuert.

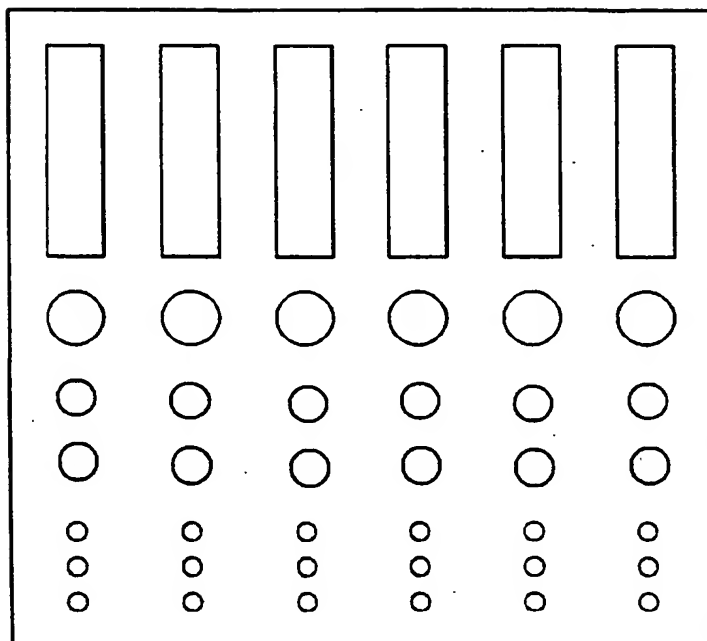
Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht einer bipolare Platte, in die gelochte Platten im Sinne der Erfindung integriert sind. Gezeigt werden Bohrungen, in die die Betriebsmittel eingeleitet werden. Von den Bohrungen zweigen senkrechte Bohrungen ab, die durch die gestrichelten Linien angedeutet werden. Wiederum unterscheiden sich im Eintrittsbereich die senkrecht abzweigenden Bohrungen von denen im Austrittsbereich analog zur in Fig. 1 gezeigten Weise.

Patentansprüche

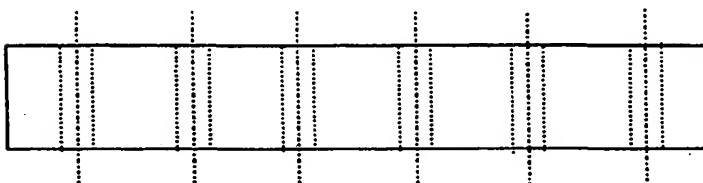
1. Brennstoffzelle, bestehend aus einem Elektrolyten und beidseitig hieran angrenzenden Elektroden, bei der wenigstens eine Elektrode von einem angrenzenden Kanal oder Raum durch eine gelochte Platte getrennt ist und über den angrenzenden Raum oder Kanal ein Betriebsmittel zu- und abgeführt wird.
2. Brennstoffzelle nach dem vorhergehenden Anspruch, bei der die Durchtrittsfläche, durch die ein Betriebsmittel durch die gelochte Platte hindurchströmt, in Strömungsrichtung um wenigstens 10%, vorzugsweise um wenigstens 100% zunimmt.
3. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein gelochtes Blech die gelochte Platte bildet.
4. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die über ein verbindendes Element mit einer weiteren Brennstoffzelle elektrisch und mechanisch verbunden ist, und bei der die gelochte Platte und das verbindende Element ein einstückiges Bauteil bilden.

- Leerseite -

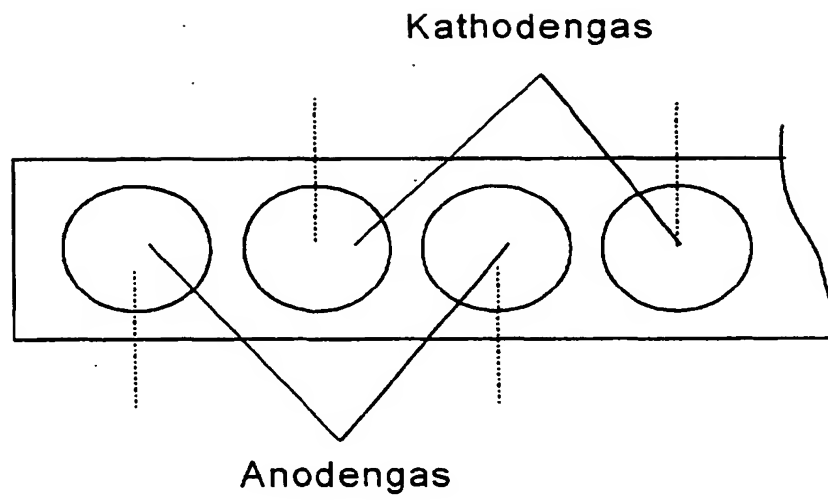
Draufsicht



Seitenansicht



Figur 1



Figur 2